

OMURGANIN TORAKAL BÖLÜMÜNDEKİ LİGAMANLARIN ANATOMİSİ VE BİYOMEKANİĞİ

Amaç KIRAY*, H. Alper BAĞRIYANIK**

Omurganın ligamanlarının yaralanması omurganın stabilitesinin korunmasında önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Ligaman zedelenmelerinde uygun tedavi yöntemini belirlemek için ligamanların fonksiyonunun ve biyomekaniğinin iyi bilinmesi gerekmektedir.

Spinal ligamanlar ve eklem kapsülleri, omurganın doğal konumunu korumasını sağlar. Ligamanların dayanıklılığı değişkendir. Tipik olarak çok tabakalıdır. Komşu vertebra veya birkaç segment ileriye uzanabilirler. Ligamanlar primer olarak elastin ve kollajenden oluşur. Elastin esnekliğini, kollajen ise dayanıklılığını sağlar. Tek eksenlidirler ve yükü en efektif olarak liflerin yönünde taşırlar. Omurganın fizyolojik hareketleri sırasında sadece küçük güçler hareket oluşumunu sağlar ve ligamanların enerji absorpsiyonu ve sertliği düşüktür (6). Fizyolojik sınırlar dışındaki hareketlerde ligamanın sertliği dramatik olarak artar ve daha fazla enerji absorbe eder ve travma sırasında medulla spinalis'in korunmasını sağlar. Yaşlanma ile birlikte intervertebral disklerde ve elastik ligamanlarda fibröz doku miktarında artma görülür (13,14).

Bir ligamanın fonksiyonu morfolojisine ve kısmen de moment koluna bağlıdır (1,7,17). Tek bir spinal ligamanın omurganın bütünlüğüne katkısını değerlendirirken moment kolunun uzunluğu ve ligamanın gücü hesaba katılmalıdır.

Spinal ligamanlar, anterior ve posterior longitudinal ligaman, lig. flavum, lig. interspinale, lig. supraspinale, lig. intertransversarii'dir.

Anterior longitudinal ligaman(ALL): Tüm omur gövdelerinin ön yüzleri boyunca uzanan geniş ve kuvvetli

bir bağıdır. Sakrumun ön yüzünden başlayıp yukarıya doğru gidildikçe daralır. Yukarıda occipital kemiğin tuberculum pharyngeum'una tutunur. İntervertebral disklerle ve komşu omur gövdelerinin kenarlarına sıkı, omur gövdelerinin ortasındaki konkav bölüme ise gevşek bağlanır (19). Gehweiler ve ark., ligamanın vertebra konkavitesinde en kalın olduğunu göstermişlerdir (2). Lig. longitudinale anterior, her segmental seviyede vertebra cisimlerinin köşelerine tutunan relatif olarak güçlü bir ligamandır. Yapısında bulunan fazla miktardaki kollajen lif ve Rotasyonun anlık eksen (RAE)nin yerleşmesi nedeniyle primer görevi ekstansiyon ve overdistraksiyonu engellemektir (4,13).

Lig. longitudinalis anterior'la ilgili germe çalışmalarında ligamanın omurganın fleksiyon ve ekstansiyonu ile hasarlanmayacağı, sadece rotasyonla zarar görebileceği açıklanmaktadır (12). Yine ligamanın omurganın torakal bölümünde kaudale doğru inildikçe daha kuvvetli olduğu bilinmektedir (5,10). Ligamanın içerdiği kollajen lifler yoğunluğu nedeniyle omurganın diğer ligamentlerine göre iki kat daha sağlamdır.

Posterior longitudinal ligaman(PLL): Tüm omur gövdelerinin ön yüzleri boyunca uzanır. Bu bağ sakrum ile aksis'in gövdesi arasında bulunmaktadır. ALL gibi bu bağda intervertebral disklerle ve komşu omur gövdelerinin kenarlarına sıkı, omur gövdelerinin ortasındaki konkav bölüme ise gevşek bağlanır (19). PLL kollajen liflerden zengindir, ancak %7.3 oranında elastin içerdiği son yıllarda saptanmıştır (7). Ligamanın derin lifleri sadece komşu vertebralarda arasında uzanır, yüzeyel lifleri ise birkaç vertebra arasında yer almaktadır. Posterior longitudinal ligaman, RAE'nin arkasında yerleşmektedir

* Dokuz Eylül Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, İzmir

** Dokuz Eylül Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, İzmir

ve primer fonksiyonu, fleksiyona direnç göstermektedir. PLL'nin gerim gücü, torakal bölgede 67-138 N 'dur (5).

Lig. flavum: Atlas ile birinci sakral omur arasındaki tüm lamina arcus vertebraları birbirine bağlar. Makroskopik olarak birbirleriyle aksi yönde fibrilleri olan, yüzeysel ve derin 2 tabakadan oluşur. Mikroskopik yapısında elastik fibril hakimiyeti ve omurganın her düzeyinde innervasyonun olması yüzünden kendine özgü bir ligamenttir. Ligamentum flavum biyomekanikteki vazgeçilmez rolüyle aktif bir ligamenttir (15). Omurga boyunca uzanan tek bağ şeklinde değil, segmental olarak bulunur. Alt laminanın ventral yüzünden başlar, sonraki laminanın dorsal kenarına tutunur. Bu yüzden orta hatta sürekliliği yoktur. Bu bağ laminaların birbirinden uzaklaşmasını engeller (17). En önemli görevi, omurganın dik tutulmasına yardımcı olmaktır. Lig. flavum güçlü bir ligaman olmasına rağmen daha öne tutunması nedeniyle fleksiyona daha az direnç gösterir. Kuvvet kolu lig. interspinale'den daha kısadır. Bu ligaman orta hatta bulunmaması nedeniyle bu bölgeden epidural aralığa cerrahi girişimi kolaylaştırmaktadır. Lig. flavum vücuttaki en fazla elastik life sahip ligamandır (18). Ligamanın %80'i elastik liflerden oluşur ve insan vücudunun elastikiyeti en fazla olan dokularından biridir. Bu özellik çok aşırı ekstansiyon dışında gevşek olarak durmasını engeller. Lig. flavum'un gerilme gücü en yüksek alt torasik seviyelerde bulunmuştur (300 N) (5). Ligamanın ekstansiyon derecesi yaşlılarda %70'den %30'a düşmektedir. Bu durum elastik liflerin fibrozisi sonucu oluşmaktadır (8). Ayrıca omurganın lomber stenoz, kifoz gibi bazı dejeneratif hastalıklarında ligamanın kalınlığı artabilmektedir.

Ligamanın yapısı ve mekanik özellikleri, fonksiyonel ve klinik olarak önemlidir.

Lig. flavum, omurganın fleksiyonuna izin verir ve yük kalktıktan sonra laminaların normal pozisyona gelmesini sağlar. Ligamanın elastikiyeti sayesinde kalıcı bir deformasyon oluşmadan anlamlı miktarda ekstansiyon sağlanabilmektedir. Ligamanın bu özellikleri omurganın

fleksiyondan ekstansiyona giderken medulla spinalisin etkilenmesini engeller (18).

Lig. supraspinale: 7. boyun omurundan sakruma kadar spinöz çıkıntıları birbirine bağlar. 7. boyun omurunun yukarısında lig. nuchae olarak uzanır ve crista occipitalis externa'ya tutunur. Bu bağlar lomber bölgede diğer bölümlere göre daha kuvvetlidir. Omurga öne eğildiğinde veya rotasyon hareketi sırasında gerilerek aşırı hareketi sınırlar. Ekstansiyonda gevşeyeceği için fonksiyon göstermez (19).

Lig. interspinale: Komşu proc. spinosus'ların aralarında bulunur, ince ve membranöz yapıdadır. Önde lig. flavum, arkada lig. supraspinale ile devam eder. Vertebraların spinal çıkıntıları arasındaki aralığa göre torakal bölgede dar ve uzun, lomber bölgede geniş ve kalın olarak bulunur (19).

İnterspinöz ve supraspinöz ligamanlar lomber bölgede daha yoğun olarak bulunur. Bu ligamanlar hiperfleksiyonu sınırlarlar. Maiman ve Pintar'ın araştırmalarında interspinöz ligamanın 20- 150 N'luk germe hareketinde başarısız olduğu gözlenmiştir (5). Bu güç yaklaşık olarak ALL'nin üçte biri veya yarısı düzeyindedir. Bu ligamanın en zayıf olduğu bölge boyun bölgesidir ve kişi kaudale doğru omurgayı hareket ettirdiğinde ilerleyici olarak gerilmesi artar. Ligamanları bozuk yapıların ligamanlar, arasında farklılık gösterdiği gözlenmiştir. Bazen aynı ligaman farklı seviyelerde farklı özellik gösterebilir. Bu farklılıklar omurganın farklı bölgelerindeki geometri ile ilişkilidir. Örneğin fleksiyon sırasında posterior ligamanlar, anterior ligamanlarla karşılaştırıldığında daha fazla gerilmeye maruz kalırlar. Ek olarak ligamanların omurgaya yapışma şekli önemlidir. Fleksiyona karşı direncin miktarı sadece ligamanın içerdiği elastik liflerin miktarına bağlı değil, aynı zamanda ligamanın vertebral rotasyon merkezine olan uzaklığı ile de ilişkilidir.

Kapsüler ligamanlar: Omurlar arasındaki eklem yüzlerini birbirine bağlarlar. Lifler servikal bölgede torakal ve lomber bölgelerden daha uzun ve daha gevşektir (18). Primer olarak eklem distraksiyonunu sınırlar ve

daha az olarak eklem yüzlerinin translasyonunu engellerler. Omurganın bazı aksiyal yüklem tiplerinde bu ligamanlar gerilebilir. Torakal bölgede eklem kapsülü için eklem kırılma gücü 150-270 N'dur. Bu değer in en zayıf olduğu bölüm üst torasik bölümdür (10,11).

Lig, intertransversarii: Komşu transvers çıkıntılar arasında yer alırlar. Sadece torakal ve üst lumbar omurgada görülebilirler. Transvers çıkıntıların arasından geçerler ve sırtın derin kas tabakasına yapışırlar. Aksiyal rotasyon ve lateral eğilme hareketlerinde, bu ligamanlar omurganın normal pozisyonuna dönmesinde etkiye sahip olabilirler (9).

Sonuçta bu yapıların bozukluğundaki farklılıklar omurga stabilitesi tanımlandığında önemlidir. Omurga stabilitesinde önemli rolü olan bu ligamanların anatomisinin ve biyomekaniğinin bilinmesi, ligamanların yırtılmasında seçilecek tedavi yönteminin belirlenmesinde yol gösterici olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Chazal J, Tanguy A, Bourges M, Gaurel G, Escande G, Guillot M, Vanneuville G: Biomechanical properties of spinal ligaments and a histological study of the supraspinal ligament in traction. *J Biomech* 1985; 18: 167-176.
2. Gehweiler JA, Osborne RL, Becker RF: The radiology of vertebral trauma. W. B. Saunders, Philadelphia, 1980.
3. Goel VK, Njus GO: Stress-strain of characteristic of spinal ligaments. 32nd Trans Orthop Soc, New Orleans 1986; 1-2.
4. King AI, Vulcan AP: Elastic deformation characteristics of human vertebra of the spine. *J Biomech* 1971; 4: 413-429.
5. Myklebust JB, Pintar F, Yoganandan N, Cusick JF, Maiman DJ, Myers TJ, Sances A Jr: Tensile strength of spinal ligaments. *Spine* 1988; 13: 526-531.
6. Nachemson A, Evans J: Some mechanical properties of the third lumbar interlaminar (ligamentum flavum) ligament. *J Biomech* 1968; 1: 211-220.
7. Nakagawa H, Mikawa Y, Watanabe R: Elastin in the human posterior longitudinal ligament and spinal dura. A histologic and biochemical study. *Spine* 1994; 19 (19): 2164-2169.
8. Panjabi MM, Greenstein G, Duranceau J, Nolte LP: Three-dimensional quantitative morphology of lumbar spinal ligaments. *J Spinal Disord* 1991; 4: 54-72.
9. Panjabi MM, Hausfield JN, White AA III: A biomechanical study of the ligamentous stability of the thoracic spine in man. *Acta Orthop Scand* 1981; 52: 315-326.
10. Pintar F, Myklebust JB, Yoganandan N: Biochanics of human spinal ligaments. Mechanisms of Head and Spine Trauma. Edited by A Sances Jr, DJ Thomas, CL Ewing, SJ Larson, F Unterharnscheidt, Aloray Publisher, Goshen, New York 1986, pp 505-530.
11. Prasad P, King AI, Ewing C: The role of articular facets during + Gz acceleration. *J Appl Mech* 1974; 41: 312-326.
12. Roaf RA: A study of the mechanics of spinal injuries. *J Bone Joint Surg* 1960; 42(B): 810-823.
13. Sances AJr., Myklebust JB, Maiman DJ, Larson SJ, Cusick JF, Jodat RW: The biomechanics of spinal injuries. *CRC Crit Rev Bioeng* 1984; 11(1): 1-76.
14. Tkaczuk H: Tensile properties of human lumbar longitudinal ligaments. *Acta Orthop Scand* 1968; 115 (suppl): 1-69.
15. Viejo-Fuertes D, Liguoro D, Rivel J, Midy D, Guerin J: Morphologic and histologic study of the ligamentum flavum in the thoraco-lumbar region. *Surgical and Radiologic Anatomy* 1998; 20(3): 171-176.
16. White AA, Hirsch C: The significance of vertebral posterior elements in the mechanics of the thoracic spine. *Clin Orthop* 1971; 81: 2-14.
17. White AA, Panjabi MM: The basic kinematics of the human spine: A review of past and current knowledge. *Spine* 1978; 3: 12-20.

18. White AA, Panjabi MM: Clinical Biomechanics of the Spine. Second Edition. Philadelphia, JB Lippincott, 1990, pp 1-125.

19. Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH: Gray's Anatomy. Thirtysixth Edition. New York, Churchill Livingstone, 1980, pp 1123-1132.

Yazıřma adresi:

Amaç KIRAY

Dokuz Eylül Üniversitesi, Tıp Fakóltesi,

Anatomi Anabilim Dalı, İzmir

Cep: 0 532 6237821

Tel: 0 232 412 43 60

e-mail: amac.kiray@deu.edu.tr